



Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Mestrado Profissional em Engenharia Aeronáutica

# AP-701

## Fundamentos do Projeto de Aeronaves

Aula 1 – Categorias de aeronave;  
Geometria da aeronave

Cap. Ney Sêcco

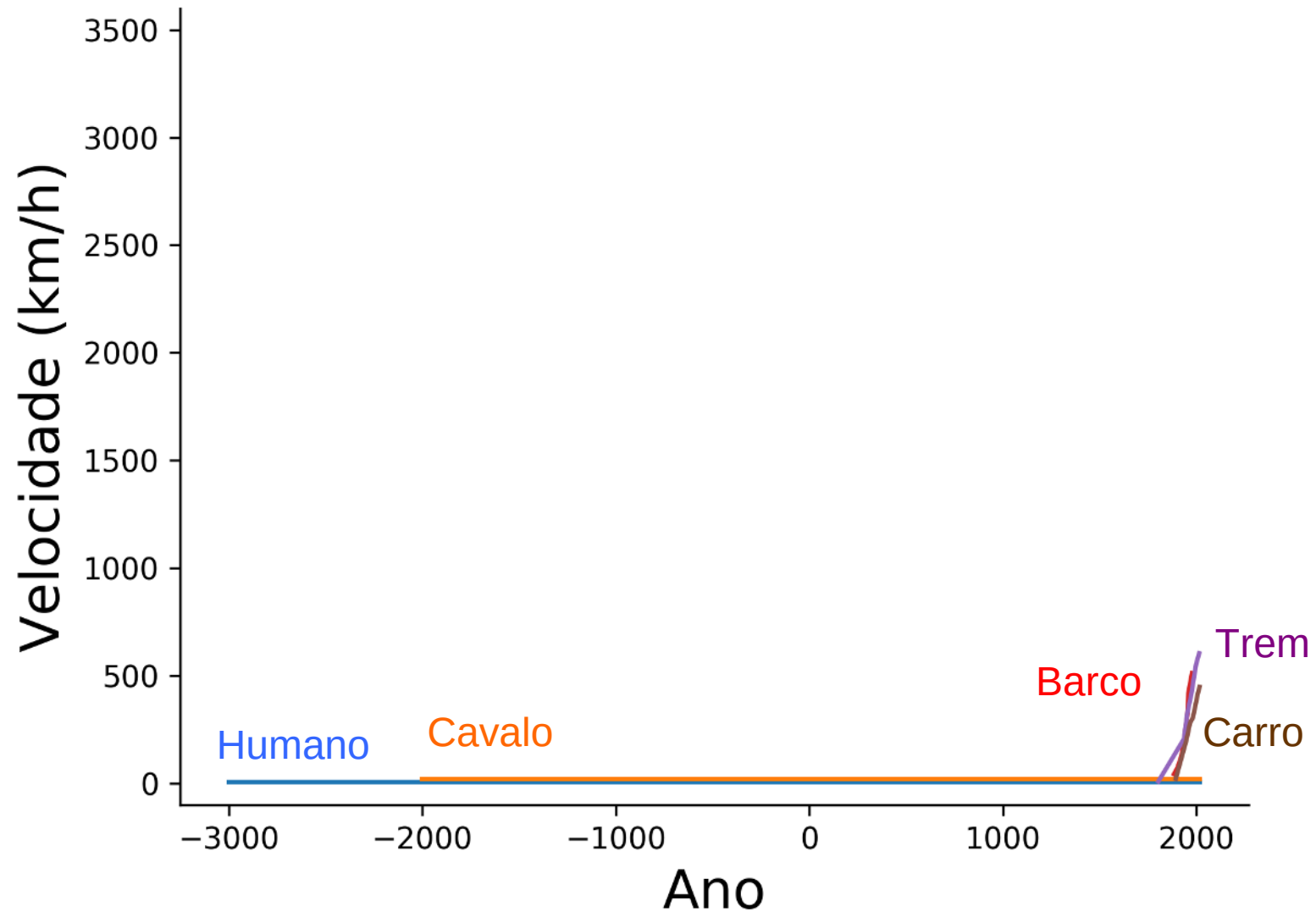
# Aeronaves são meios de transporte



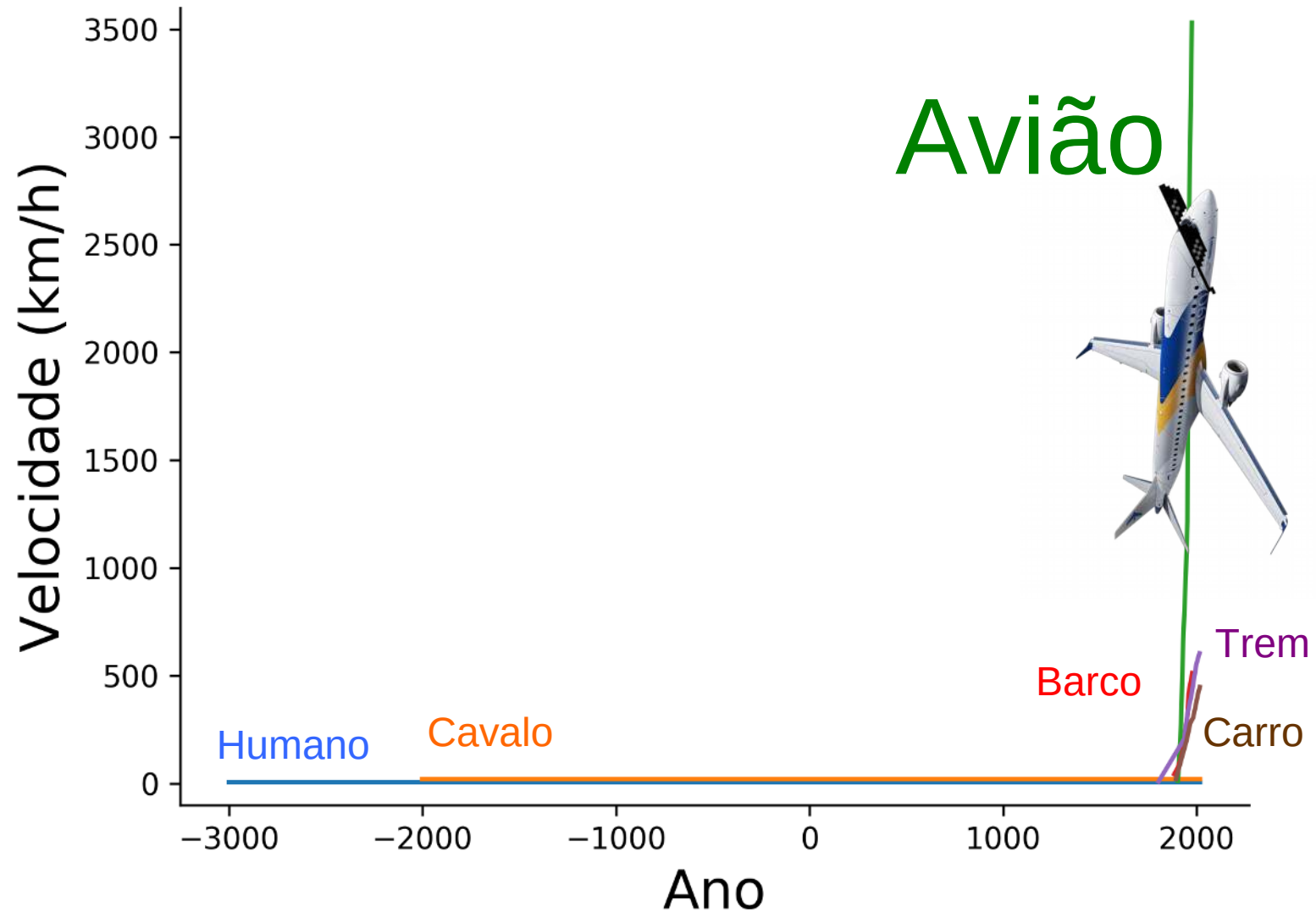
Métricas de interesse:

- carga paga
- alcance
- autonomia
- velocidade
- custo do obtenção
- custo de operação
- impactos ambientais

# Aeronaves “encurtaram as distâncias”



# Aeronaves “encurtaram as distâncias”



# Aeronaves são veículos de transporte pelo ar

## Aeronaves

### Asa rotativa



### Mais leves que o ar



### Asa fixa



Aviação  
Geral



Aviação  
Executiva



Aviação  
Comercial



Aviação  
Militar

# Asa fixa e asa rotativa



Sikorsky X2  
460 km/h



SR-71  
3500 km/h

# Asa fixa e asa rotativa



V-22



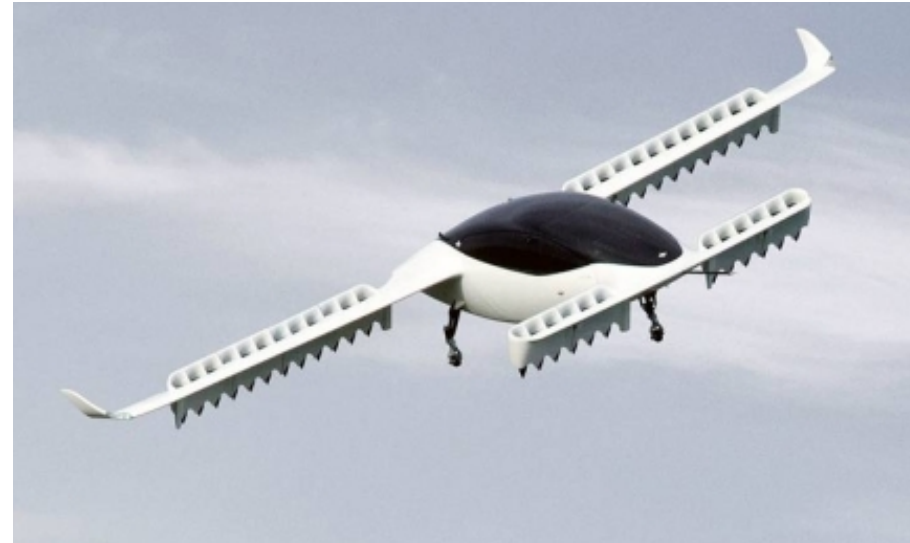
# Propulsão elétrica permite novos conceitos



[eveairmobility.com](http://eveairmobility.com)

Lilium Jet

EVE





# Aeronaves são veículos de transporte pelo ar

## Aeronaves

### Asa rotativa



### Mais leves que o ar



### Asa fixa



Aviação  
Geral



Aviação  
Executiva



Aviação  
Comercial



Aviação  
Militar

# Aviação Geral

## Recreação

C-172



## Aviação Esportiva

Extra 300



[wikipedia.org](https://www.wikipedia.org)

DG-1000



## Planadorismo

Long-EZ



## Homebuilt

# Aviação Militar

## Ataque

A-10



## Caça

F-15



R-99



[wikipedia.org](https://pt.wikipedia.org/wiki/Boeing_R-99)

KC-390



## Reconhecimento

## Transporte

# Aviação Comercial

## Regional

E175



## Single Aisle

A320



B777



[wikipedia.org](http://wikipedia.org)

An-225



## Widebody

## Transporte





DESIGN BUREAU  
INTERNATIONAL CARGO  
TRANSPORTER  
tel 380-44-442-53-66  
fax 380-44-442-61-24

"F"



2A43



# Aviação Executiva

Legacy 650



[embraer.com](http://embraer.com)



G650



[gulfstream.com](http://gulfstream.com)

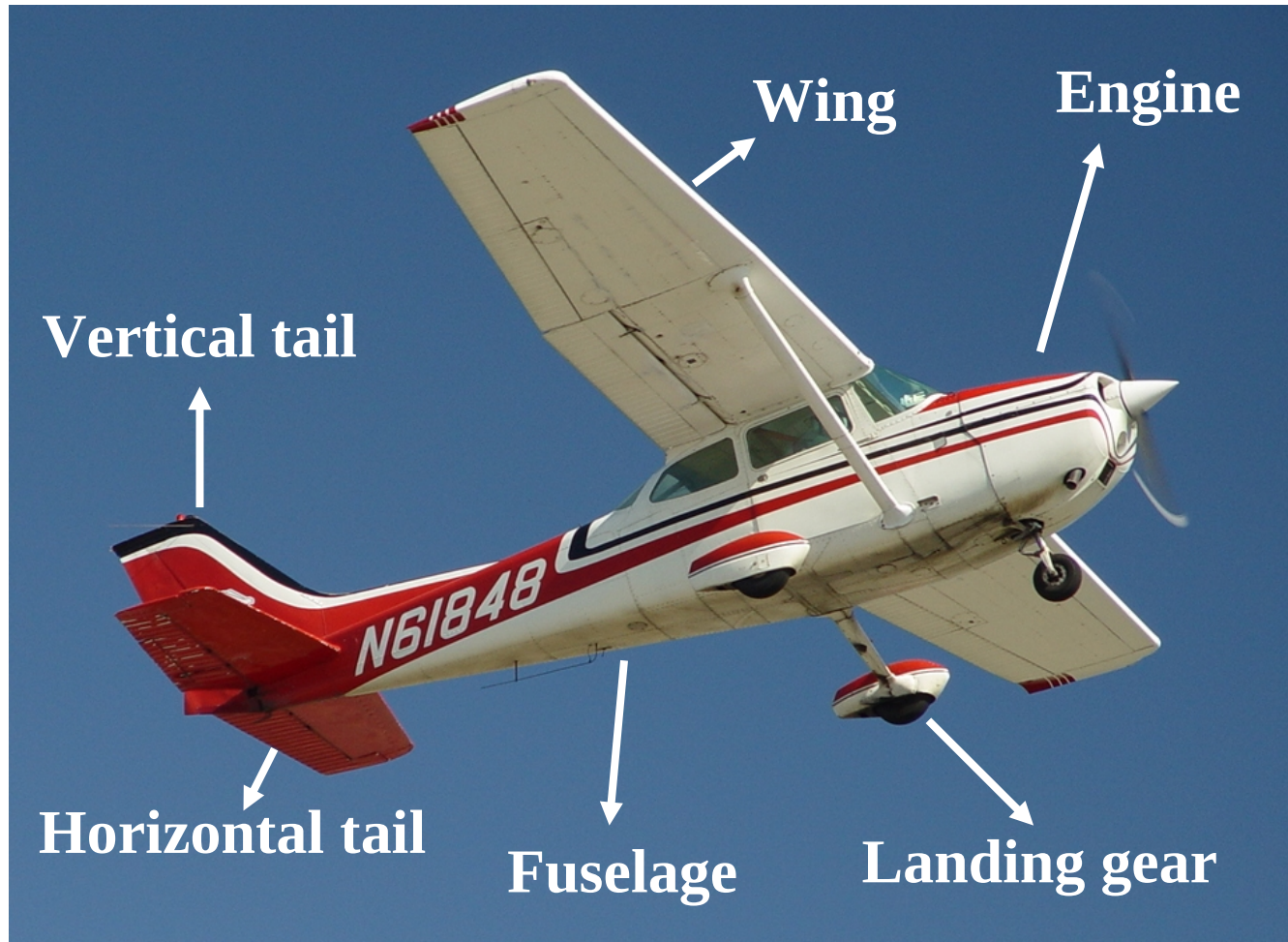




# Nomenclatura



# Nomenclatura

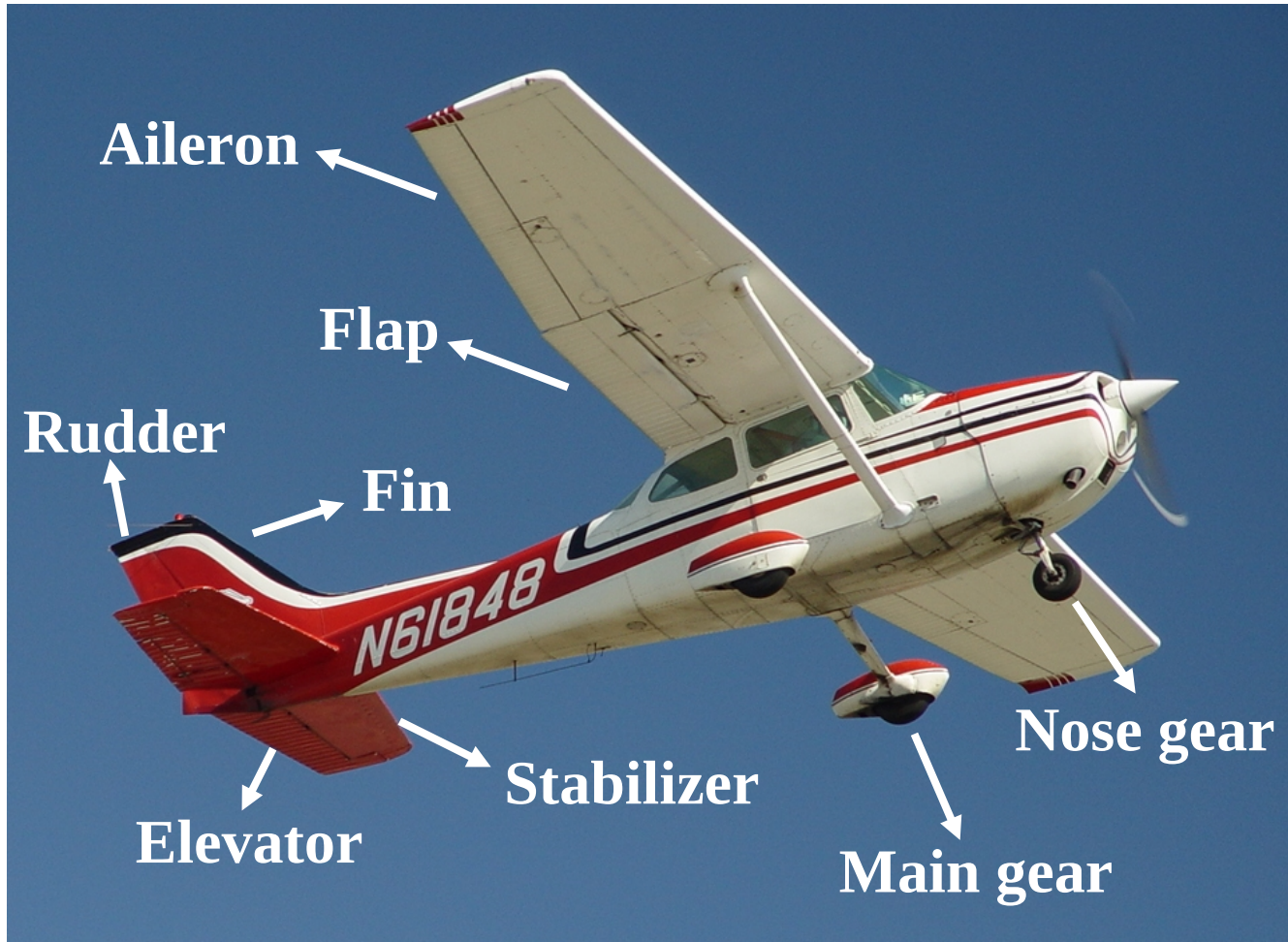




# Nomenclatura



# Nomenclatura



# Parâmetros adimensionais

- “A envergadura do avião é de 20 metros.”
  - Será que isso é grande ou pequeno?
  - Qual o tamanho do avião?
  - ???????

# Parâmetros adimensionais

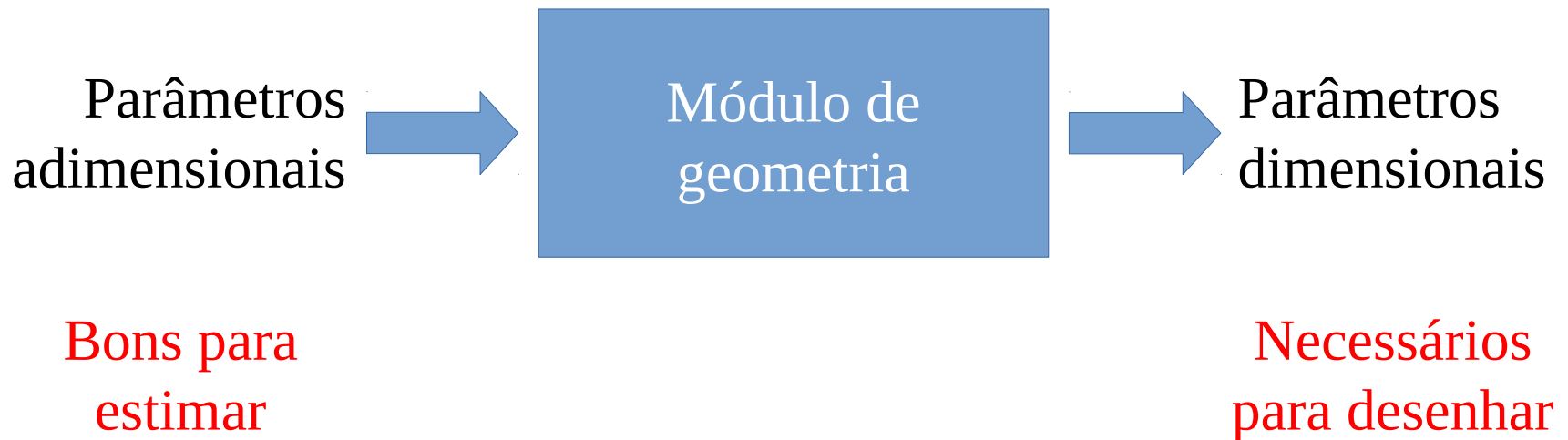
- “A envergadura do avião é de 20 metros.”
  - Será que isso é grande ou pequeno?
  - Qual o tamanho do avião?
  - ???????
- “O alongamento da asa é 12.”
  - Boa eficiência aerodinâmica
  - Estrutura será bastante solicitada
  - Asa será flexível
  - Cuidado com o flutter



# Intuição para parâmetros adimensionais valem para diferentes escalas



# Precisamos correlacionar parâmetros adimensionais e parâmetros dimensionais



# Parâmetros da fuselagem

- Diâmetro da cabine principal
- Comprimento da cabine principal
- Comprimento do nariz/Diâmetro
- Comprimento da cauda/Diâmetro

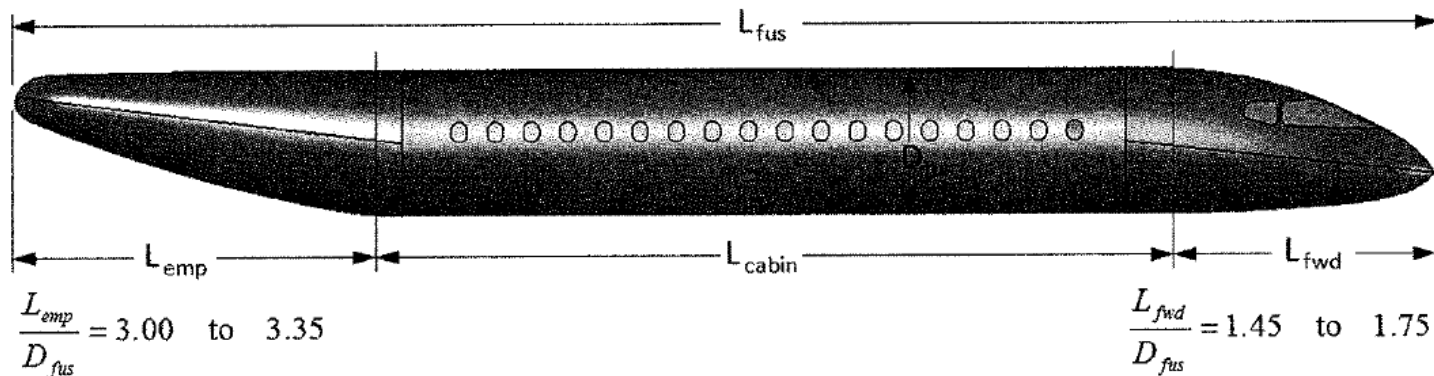


FIGURE 12-2 A schematic of a pressure tube fuselage, showing typical lengths of the forward and aft sections in terms of the fuselage diameter.

# Parâmetros da fuselagem

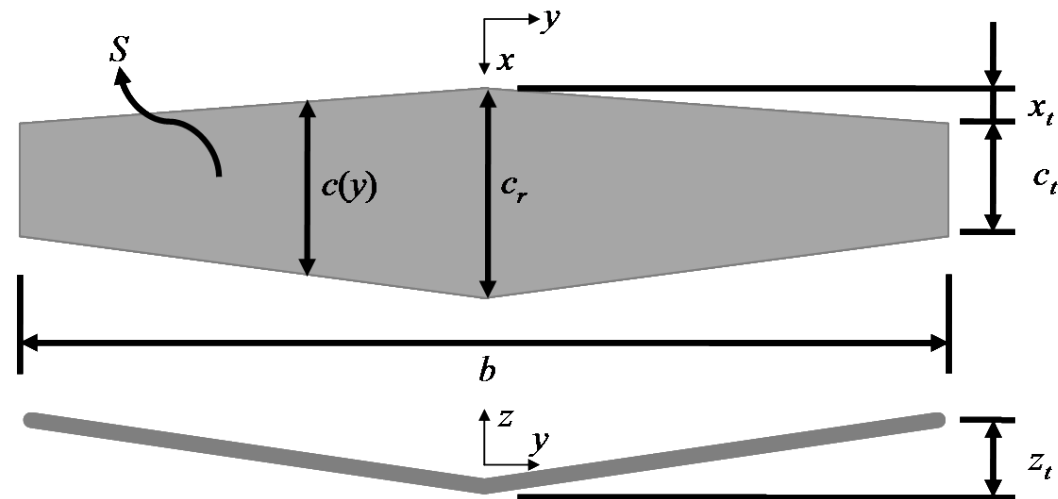
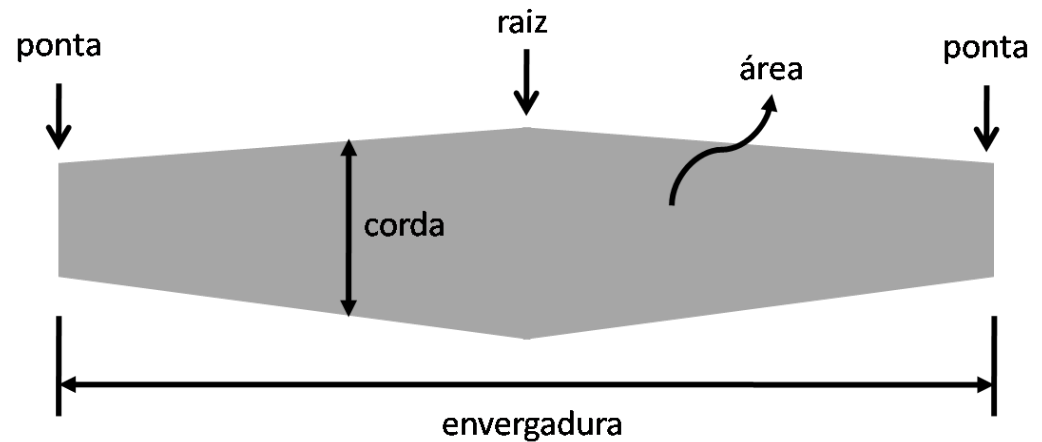
**Table 4.1 Passenger aircraft - fuselage length proportions**

Class of aircraft	Nose length to diameter ratio	Tail length to diameter ratio	Cabin to overall length ratio		Cabin to parallel section ratio
			Basic	Stretched	
Small commuter	1.5 to 2.0	2.5 to 3.0	0.4	-	0.8
Executive	1.2 to 1.8	2.5 to 3.0	0.35	-	0.7
Smaller narrow body	1.1 to 1.6	2.5 to 3.0	0.5	0.65	1.0
Larger narrow body	1.2 to 1.6	2.5 to 3.0	0.65	0.7	1.1
Single deck wide body	1.2 to 1.6	2.5 to 3.0	0.65	-	1.2
Multiple deck wide body	1.2 to 1.6	3.0 to 3.5	0.7	-	1.5
Supersonic	4	6 to 7	0.55	-	1.1

Howe

# Parâmetros de superfícies sustentadoras

- Área
- Alongamento
- Afilamento
- Enflechamento
- Diedro



# Alongamentos típicos

**Table 4.1** Aspect Ratio

Equivalent aspect ratio = wing span squared/(wing and canard areas)

	Equivalent aspect ratio
Sailplane	0.19 (best $L/D$ ) <sup>1.3</sup>
Propeller aircraft	Equivalent aspect ratio
Homebuilt	6.0
General aviation—single engine	7.6
General aviation—twin engine	7.8
Agricultural aircraft	7.5
Twin turboprop	9.2
Flying boat	8.0

	Equivalent aspect ratio = $aM_{\max}^C$	
Jet aircraft	$a$	$C$
Jet trainer	4.737	−0.979
Jet fighter (dogfighter)	5.416	−0.622
Jet fighter (other)	4.110	−0.622
Military cargo/bomber	5.570	−1.075
Jet transport	7.50 to 10	0

Raymer

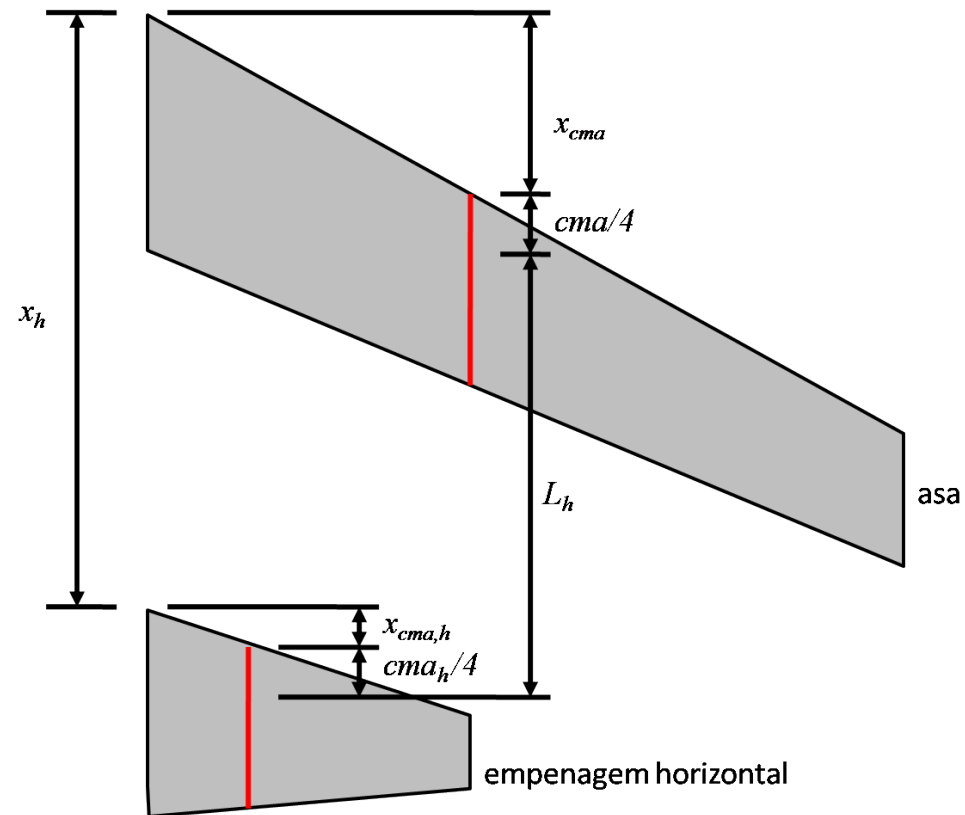


# Parâmetros de empenagens

- Alavanca adimensional
  - $L/cma$  para EH
  - $L/b$  para EV
- Coeficiente de volume

$$C_{HT} = \frac{L_{HT} \cdot S_{HT}}{S_w \cdot c_w}$$

$$C_{VT} = \frac{L_{VT} \cdot S_{VT}}{S_w \cdot b_w}$$



# Os coeficientes de volume variam conforme o tipo de aeronave

**Table 6.4** Tail Volume Coefficient

	Typical values	
	Horizontal $c_{HT}$	Vertical $c_{VT}$
Sailplane	0.50	0.02
Homebuilt	0.50	0.04
General aviation—single engine	0.70	0.04
General aviation—twin engine	0.80	0.07
Agricultural	0.50	0.04
Twin turboprop	0.90	0.08
Flying boat	0.70	0.06
Jet trainer	0.70	0.06
Jet fighter	0.40	0.07–0.12*
Military cargo/bomber	1.00	0.08
Jet transport	1.00	0.09

\*Long fuselage with high wing loading needs larger value.

Raymer

# Parâmetros adimensionais das empenagens também devem ser selecionados

**Table 4.3** Tail Aspect Ratio and Taper Ratio

	Horizontal tail		Vertical tail	
	$A$	$\lambda$	$A$	$\lambda$
Fighter	3–4	0.2–0.4	0.6–1.4	0.2–0.4
Sailplane	6–10	0.3–0.5	1.5–2.0	0.4–0.6
Others	3–5	0.3–0.6	1.3–2.0	0.3–0.6
T-tail	–	–	0.7–1.2	0.6–1.0

Raymer

# Tarefa 01

- Levantar características de aeronaves já existentes que tenham missão próxima aos requisitos
- Preencher a planilha disponibilizada no FTP
- Busque três vistas da aeronave para tirar dimensões.
- Site para tirar dimensões de figuras:  
<https://apps.automeris.io/wpd/>
- Representante do grupo: Enviar planilha preenchida para [ney@ita.br](mailto:ney@ita.br) até o dia 10/08/2021, 23h59. Usar “AP-701 HW01” como assunto do e-mail.
- Cada aluno: Quiz até o dia 10/08/2021, 23h59:  
<https://forms.gle/ZR1miDpZ4qcagsWt8>